

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**
(10) **DE 39 35 368 C 1**

(51) Int. Cl. 5:
H 01 M 4/75
H 01 M 4/64
H 01 M 2/20

DE 39 35 368 C 1

(21) Aktenzeichen: P 39 35 368.0-45
(22) Anmeldetag: 24. 10. 89
(43) Offenlegungstag: —
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 29. 5. 91

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Deutsche Automobilgesellschaft mbH, 3000
Hannover, DE

(72) Erfinder:

Imhof, Otwin, Dr.-Ing., 7440 Nürtingen, DE; Kistrup,
Holger, Dr.rer.nat., 7300 Esslingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 37 34 131 C1
DE 36 32 352 C1
DE 36 32 351 C1
DE 31 42 091 C1
DE 30 26 778 C1
US 44 77 546
US 42 50 235
US 36 00 227

50 85 956

(54) Faserstruktur-Elektrodengerüst mit angeschweißter Stromableiterfahne und Verfahren zu seiner Herstellung

Es wird ein Faserstruktur-Elektrodengerüst aus metallisierten Kunststofffasern mit verstärktem Rand und mit angeschweißter, dünner Stromableiterfahne und ein Verfahren zu dessen Herstellung beschrieben. Dabei ist nach dem Schweißvorgang die zuvor einem rechteckigen Querschnitt vorliegende, gerade Stromableiterfahne in einer ersten Zone parallel und stark in das Faserstruktur-Elektrodengerüst eingepreßt. An diesen Bereich schließt eine zweite Zone an, bei der die Stromableiterfahne in bezug auf die parallel zur unteren Seite des Faserstruktur-Elektrodengerütes verlaufenden ersten Zone in einer Neigung von 10° bis 30° ansteigt, so daß nach rechts, nach unten nach links von der Fläche der Stromableiterfahne ausgehend, die das Faserstruktur-Elektrodengerüst überdeckt, der Rand der Stromableiterfahne in einem allmählichen Übergang ausläuft und die Stromableiterfahne zu 20% bis 30% an diesem Rand in das Faserstruktur-Elektrodengerüst eingepreßt und verschweißt ist sowie der Auslauf der Stromableiterfahne in den drei zuvor genannten Richtungen sich nach dem Ende der Stromableiterfahne im Faserstruktur-Elektrodengerüst ohne jegliche Stufe fortsetzt, bis die natürliche Höhe der Faserstrukturoberfläche erreicht ist.

DE 39 35 368 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Faserstruktur-Elektrodengerüst aus metallisierten Kunststofffasern mit angeschweißter, dünner Stromableiterfahne, insbesondere für hochbelastbare Zellen und ein Verfahren zu seiner Herstellung.

Metallisierte Faserkörper eignen sich wegen ihrer hohen Porosität besonders gut als Elektrodengerüste. Da die hergestellten Gerüstkörper wegen ihrer guten Eigenstabilität und ihrer guten Stromleitung keinen Metallträger wie ein Streckmetall oder ein Lochblech benötigen, muß die Stromableiterfahne direkt mit dem Gerüstkörper verbunden werden.

Zur Verbindung von Faserstruktur-Elektrodengerüsten aus metallisierten Kunststofffasern, z. B. aus vernickelten Polyolefin-Filz oder Vliesstoff, mit der Stromableiterfahne ist es bekannt, den Rand des Elektrodengerütes zu schlitzen, in diesen Schlitz die Stromableiterfahne hineinzustecken und danach das Elektrodengerüst mit der Stromableiterfahne zu verschweißen. Eine solche Herstellung der Verbindung von Faserstruktur-Elektrodengerüst mit Stromableiterfahne ist sehr teuer und wird daher nur bei kleinen Stückzahlen praktiziert. Zur Verbindung von Faserstruktur-Elektrodengerüsten aus metallisierten Kunststofffasern ist es auch bekannt, den durch eine galvanisch abgeschiedene Metallauflage verstärkten Rand des Faserstruktur-Elektrodengerütes mit der Stromableiterfahne zu verschweißen (DE-PS 31 42 091). In dieser Schrift ist die Stromableiterfahne aus Gründen der elektrischen Leitfähigkeit verhältnismäßig dick, etwa 1 mm bis 1,5 mm, da die Faserstrukturelektroden eine hohe flächenbezogene Kapazität (Dicke der Elektroden von 1,5 mm bis 8 mm) bei gleichzeitig sehr hoher Strombelastung aufweisen. Die Verschweißung der Stromableiterfahne mit dem Rand des Faserstruktur-Elektrodengerütes erfolgt durch Widerstandsschweißung. Dazu wird das Faserstruktur-Elektrodengerüst auf die Stromableiterfahne aufgelegt und unter Druck mit dieser verschweißt, wobei sich die Unterkante der Stromableiterfahne in das metallisierte Faserstruktur-Elektrodengerüst eindrückt, wodurch eine starke Pressung des metallisierten Faserstruktur-Elektrodengerütes über den verstärkten Rand hinweg erfolgt. Hierdurch kommt es zu Rissen im metallisierten Faserstruktur-Elektrodengerüst im Bereich der Schweißung und in dieser Zone wird der tragende Querschnitt des Gerütes stark vermindert. Dies alles führt zu einer geringen Festigkeit der Schweißverbindung, so daß sich bei den nachfolgenden Bearbeitungsschritten zur Elektrodenherstellung, wie z. B. dem Imprägnieren, dem Schweißen von Plattsätzen, dem Separieren und dem Formieren hohe Ausschußzahlen durch abbrechende Stromableiterfahnen ergeben.

Ferner ist bekannt, daß die Kapazität und Belastbarkeit von fertigen Zellen darunter leidet, wenn nach der Inbetriebnahme der Zellen bei einzelnen Elektrodenplatten eine ungenügende Schweißverbindung vorliegt, die hauptsächlich bei einer wechselnden Beanspruchung den auftretenden Kräften nicht standhält. Weiterhin ist zur Verbindung von Faserstruktur-Elektrodengerüsten aus metallisierten Kunststofffasern, mit verstärktem Rand und mit angeschweißter Stromableiterfahne bekannt, daß entweder die Stromableiterfahne an der dem Fasergerüst anliegenden Kante mit einer im wesentlichen stufenlos auslaufenden Fase versehen ist, die einen Winkel von 10° bis 50° mit der Fahne bildet und bei der das Fasergerüst im Bereich der Schweißnaht kompri-

miert ist und von der Schweißnaht ausgehend beidseitig etwa kontinuierlich auf die volle Stärke ausläuft und das Faserstruktur-Elektrodengerüst eine Stärke von 1,5 mm bis 8 mm besitzt (DE-PS 36 32 352) oder die Stromableiterfahne an der dem Fasergerüst anliegenden Seite mit einer oder mehreren Stufen versehen ist, wodurch das Faserstruktur-Elektrodengerüst so mit der Stromableiterfahne verbunden ist, daß der verstärkte Rand des Elektrodengerütes sich innerhalb eines Bereiches befindet, dessen Grenzen im Abstand der zweifachen Stromfahndicke beidseitig von der Stufenkante liegen und das im gestuften Bereich komprimierte Faserstruktur-Elektrodengerüst bis etwa zum Ende der Stufe kontinuierlich die volle Stärke erreicht und daß die Kante der Stufe abgerundet ist (DE-PS 36 32 351).

In alkalischen, konventionellen Hochleistungsbatte-rienen sind die Träger von der aktiven Masse Nickelsinterplatten. Durch das Versintern einer Nickelpulverschüttung auf ein Netz-, Streckmetall- oder Lochblechsubstrat ergibt sich ein kompaktes Metalsubstrat, das für die Verbindung mit Ableiterfahnen durch Punktschweißen einen guten Halt bietet. Solche Substrate sind für positive wie für negative Elektroden in der US-PS 42 50 235 und US-PS 44 77 546 beschrieben. Die Verbindungen mit solchen Substraten halten hohen spezifi-schen Belastungen stand, die aus den kleinen Verbin-dungsflächen und den hohen Belastungsanforderungen resultieren. In der DE-PS 30 26 778 ist eine Elektrode beschrieben, in der die Fahne gezähnte Vorsprünge besitzt, die in das Gerüst eindringen und der Stromableiter mit dem Gerüst durch eine elektrolytische Metallabla-gerung verbunden ist. Weiterhin sind in der US-PS 36 00 227 Nickelfasergerüstplatten mit 90% Porosität erwähnt, die an der Kante verdichtet und durch Punktschweißen mit einer Nikkelfahne verbunden werden.

In der DE-PS 37 34 131 ist eine Stromableiterfahne beschrieben, die mindestens in drei Zungen aufgeteilt ist, die abwechselnd einseitig oder beidseitig aus der Fahnenebene gebogen sowie über eine vorzugsweise verdichtete Fläche des Faserstrukturgerütes gescho-ben wird und an diesem durch Punktschweißen befestigt wird. Die Verbindungsstelle weist eine geringe Festig-keit der Ausreißkraft von 28 N, 87 N und 105 N auf. Aus der Widerstandsschweißtechnik ist es auch bekannt, ei-ne Beilage in Form eines St-Blechabschnittes (4 mm mal 14 mm mal 1,0 mm) zu verwenden, um eine Verbindung des Faserstruktur-Elektrodengerütes mit einer dünnen Stromableiterfahne zu erzielen. Dabei wird wegen der komplizierten Handhabung zunächst der Blechab-schnitt mittels Punktschweißung auf die Stromableiterfahne angeheftet. Erst dann konnten sogenannte "Sand-wich-Verbindungen", die Stromableiterfahne liegt zwi-schen Faserstruktur-Elektrodengerüst und Blechab-schnittbeilage, hergestellt werden. Eine solche Verbin-dung ist für das herzustellende Produkt wenig tauglich, da die so ausgeführte Schweißverbindung nur geringe Festigkeitswerte aufweist und zum anderen die gewählte, aber hier notwendige Beilage für das Endprodukt nicht zulässig ist. Die Fasergerüstelektroden sind wegen ihrer hohen Porosität von meist über 75% schwierig mit den Stromableiterfahnen zu verbinden, weil die Faserstruktur der Elektrode eine feste Verankerung der kom-pakten, festen Metalfahne erschwert. Außerdem wei-sen häufig Faserstruktur-Elektrodengerüste aus vernik-kelten textilen Substraten, u. U. das Nickelvolumen übersteigende Anteile an elektrisch nicht leitendem Fa-sermaterial auf.

Die genannten Maßnahmen reichen für hohe über-

tragbare Festigkeiten von der Verbindung der Stromableiterfahne mit dem Faserstruktur-Elektrodengerüst nicht aus oder sind wegen der komplizierten Stromableiterfahnenform mit deren Vorbereitung durch besondere Werkzeuge und Arbeitsschritte oder wegen der durch die kleinen Elektrodenfläche erforderliche, kapazitätsbezogene hohe Anzahl von Verbindungen für höchstbelastbare Zellen – unter Umständen auch für den Einsatz bei der Raumfahrt – zu aufwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Faserstruktur-Elektrodengerüst aus metallisierten Kunststofffasern mit angeschweißter, dünner Stromableiterfahne und ein Verfahren zu dessen Herstellung zu schaffen, wobei der Querschnitt des Faserstruktur-Elektrodengerüsts außerhalb des verstärkten Randes nicht zu stark eingeschnürt ist, bei dem in der Nähe der Schweißverbindung keine Rißbildung im Faserstruktur-Elektrodengerüst auftritt, bei dem das Faserstruktur-Elektrodengerüst vor der Schweißung im Schweißbereich nicht geprägt ist, bei dem die Stromableiterfahne keine durch Einschnitte gebildete, quadratische oder rechteckige Zungen besitzt oder sonstwie mechanisch vorbehandelt ist und keine Hilfsmaßnahmen wie zuvor angepunktete Blechabschnitte bei nachträglicher Sandwich-Bauweise notwendig sind. Die Schweißverbindung soll eine hohe Festigkeit nicht nur bei Zugbeanspruchung, sondern auch in Querrichtung aufweisen und somit ermöglichen, Elektroden mit günstigen elektrischen Übergangswiderständen und hohen Standzeiten herzustellen, so daß diese nicht nur in offenen Zellen und unter anderem in Traktionsbatterien, sondern auch in geschlossenen wartungsfreien Zellen, unter anderem in Raumfahrtbatterien, wo aufgrund der langen Missionszeiten lange Standzeiten bei bester Qualität gefordert sind, eingesetzt werden können.

Die erstgenannte Aufgabe wird erfundungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. In verfahrensmäßiger Hinsicht wird die Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 3 gelöst.

Nachfolgend soll der Erfindungsgegenstand noch näher beschrieben werden. Die an das Faserstruktur-Elektrodengerüst angeschweißte dünne metallische Stromableiterfahne besitzt normalerweise einen rechteckigen Querschnitt. Die Kante des Randes des Faserstruktur-Elektrodengerüsts, das eine Dicke von 0,3 mm bis 4 mm besitzt, kann sich vor dem Schweißvorgang innerhalb eines Bereiches von 2 mm bis 5 mm unter der Stromableiterfahne befinden. Bevorzugt wird, wenn dieser Abstand etwa 3 mm bis 5 mm beträgt. Liegt das Fasergerüst zu weit unter dem Ende der Stromableiterfahne, so besteht nach der Verschweißung die Gefahr, daß die Stromableiterfahne, aus der oberen Gerüstebene herausragt. Elektroden mit einer so ausgeführten Schweißung der Verbindung von Faserstruktur-Elektrodengerüst mit der Stromableiterfahne bergen eine hohe Gefahr der Kurzschlußbildung in der zusammengebauten Zelle. Liegt das Fasergerüst zu wenig weit unter dem Ende der Stromableiterfahne, so ergibt sich eine zu kleine Schweißzone zwischen Fasergerüst und Stromableiterfahne. Beim Anpressen der Schweißelektronen treten in der Zone des verstärkten Randes des Fasergerüsts, der mechanisch eine höhere Stabilität als der Rest des Elektrodengerüsts aufweist, die höchsten Drücke auf und die Verschweißung erfolgt in erster Linie in diesem Bereich, in dem die Schweißelektrone am erhabensten ist und parallel zur unteren Fläche des Fasergerüsts sowie der unteren Schweißelektrone verläuft. Durch die weitere Formgebung der auf der Strom-

ableiterfahne anliegenden Schweißelektrone wird erreicht, daß das im parallel verlaufenden, am stärksten gedrückten Bereich komprimierte Faserstruktur-Elektrodengerüst bis fast zum Ende der Stromableiterfahne in Richtung zur unteren Seite der Stromableiterfahne in etwa kontinuierlich 50% bis 60% der vollen Stärke erreicht, wobei nach links, nach unten und nach rechts von der Fläche der Stromableiterfahne ausgehend, die das Faserstruktur-Elektrodengerüst überlappt, der Rand der Stromableiterfahne in einem allmählichen, gekrümmten Übergang (Radius) bis auf etwa 70% bis 80% der vollen Stärke des Fasergerüsts ausläuft und wobei der Auslauf der eingepreßten und eingeschweißten Stromableiterfahne in den drei genannten Richtungen über den Rand der Stromableiterfahne sich im Faserstruktur-Elektrodengerüst fortsetzt, ohne jegliche Stufe, bis die natürliche Höhe der oberen Faserstrukturoberfläche erreicht ist. Durch die bevorzugte Formgebung der auf der Stromableiterfahne anliegenden Schweißelektrone wird erzielt, daß das parallel komprimierte Faserstruktur-Elektrodengerüst bis zum Ende der Stromableiterfahne in etwa kontinuierlich 70% bis 80% der vollen Stärke und darüber hinaus weiterhin kontinuierlich und ohne Stufen die volle Stärke und dies nicht nur in Richtung zum unteren Ende der Stromableiterfahne sondern auch in Richtung der beiden Seiten der Stromableiterfahne erfährt, die das Faserstruktur-Elektrodengerüst überdecken. Dadurch wird das Elektrodengerüst auch nicht am Ende der Stromableiterfahne zu stark eingeschnürt und damit Risse und zu kleine tragende Querschnitte des Fasergerüsts vermieden. Dadurch werden Spannungen im Elektrodengerüst weitgehend ausgeschaltet. Dies führt zu einer verbesserten mechanischen Stabilität der Schweißverbindung bei sowohl Zug- als auch Biegebeanspruchung. Vorteilhaft ist es außerdem, die Ecken der Stromableiterfahnen vor dem Schweißvorgang beim Ausstanzen zu Runden. Besonders günstig ist dies für dickere Faserstruktur-Elektrodengerüste, insbesondere solche mit einer Stärke von 0,7 mm bis 4 mm.

Als Elektrodengerüste finden metallisierte Kunststoffasergerüste, insbesondere Filze, Nadelfilze, Vliese und dergleichen Verwendung. Die Aktivierung, Metallisierung und galvanische Verstärkung erfolgt nach den üblichen Techniken, wobei als metallischer Überzug auf den Fasern insbesondere Nickel oder Kupfer Verwendung finden. Als Material für die Fasern kommen die auch für textile Fasern geeigneten Kunststoffmaterialien in Frage, z. B. Polyolefine, Polyamide, Polyacrylnitril usw., sofern sie stabil gegenüber dem Elektrolyten sind, mit dem sie nach dem Einbau in die Zelle in Berührung kommen. Die Faserstruktur-Elektrodengerüste werden bevorzugt an dem Rand, an dem die Stromableiterfahne angebracht werden soll, mit einer Randverstärkung versehen, die durch einen stärkeren Metallüberzug auf den dort befindlichen Fasern erreicht wird.

In den Abbildungen wird schematisch ein Faserstruktur-Elektrodengerüst mit angeschweißter, dünner Stromableiterfahne gemäß der Erfindung gezeigt.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Ausschnitt der Vorderansicht einer Verbindung eines Faserstruktur-Elektrodengerüsts mit einer dünnen Stromableiterfahne nach dem Schweißen,

Fig. 2 zeigt schematisch einen Schnitt gemäß der Kennzeichnung des Schnittverlaufes II-II in der Fig. 1 in der Seitenansicht von rechts einer Verbindung eines Faserstruktur-Elektrodengerüsts mit einer dünnen Stromableiterfahne nach dem Schweißen und

Fig. 3 zeigt schematisch einen Schnitt gemäß der Kennzeichnung des Schnittverlaufes III-III in der **Fig. 1** in der Draufsicht einer Verbindung eines Faserstruktur-Elektrodengerüstes mit einer dünnen Stromableiterfahne nach dem Schweißen.

Eine Faserstruktur-Elektrodengerüstplatte mit den Abmessungen 103 mm Höhe und 62 mm Breite ist außermittig kontaktiert. An der oberen Seite in der linken Ecke befindet sich die Befestigung der Stromableiterfahne (Mittellinie vom linken Rand in einem Abstand von 12 mm, Breite der Stromableiterfahne ist 14 mm, die Überlappung beträgt etwa 4 mm bis 5 mm). Nach 20 mm von links oben beginnt am oberen Rand eine Schräge von 10°, so daß an der rechten Seite eine Plattenhöhe von unten von 95,5 mm existiert. Die Dicke der Stromableiterfahne ist zu 0,2 mm, ausgeführt als Nickelblechstreifen mit einer Höhe von 24 mm, dessen Ecken mit einem Radius von $R = 2$ mm abgerundet sind und der in seinem oberen Teil in einem Abstand von 5 mm von oben ein Durchgangsloch mit 5,3 mm Durchmesser aufweist. Bei den dünnen Gerüsten beträgt das textile Plattensubstrat 110 g/m² und die Nickelauflage 100 mg Ni/cm², wogegen bei den dicken Gerüsten das textile Plattensubstrat etwa 190 g/m² und die Nickelauflage 150 mg Ni/cm² beträgt. Die Porosität der dünnen Faserstruktur-Elektrode ist vor dem Schweißen 82% bei einer Dicke von 1,2 mm und der dicken Faserstruktur-Elektrode vor dem Schweißen 84% bei einer Dicke von 2,1 mm.

Die Fig. 1 zeigt die Stromableiterfahne 11 und das Faserstruktur-Elektrodengerüst 12 nach dem Schweißvorgang. Die Stromableiterfahne 11 war vor dem Schweißvorgang ein rechteckiger dünner Blechabschnitt mit gerundeten Kanten 13 ($R = 2$ mm) und so auf der oberen Fläche des Faserstrukturgerüstes positioniert, daß eine Überlappung von etwa 4 mm bis 5 mm existiert. Die Verschweißung findet im wesentlichen in der Zone 14 statt, in der die obere Schweißelektrode parallel zur unteren Faserstruktur-Elektrodengerüstfläche am erhabensten ausgebildet ist. In dieser Zone treten die größten Drücke und die höchsten Schweißströme, mitverursacht durch den verstärkten Rand des Gerüstes, auf. Diese Schweißzone geht in die zweite Zone 15 über, in der die obere Schweißelektrode nach einem allmählichen Übergang um 10° bis 30° vom Gerüst weg geneigt ist. An die beiden zuerst beschriebenen Zonen 14 und 15 schließt sich eine weitere Zone 16 an, in der die obere Schweißelektrode eine geschwungene Form (Radius) besitzt. Diese Zone 16 ist an den drei Rändern der Stromableiterfahne nach links, nach unten und nach rechts, die die Faserstruktur-Elektrodengerüstplatte überdecken, ausgebildet und ist etwa 2 mm bis 3 mm breit. Es ist aber auch möglich, diese Zone 16 nicht mit einem Radius auszubilden, sondern den Übergang stetig verlaufen zu lassen. Eine solche Schweißelektrode mit einem stetigen Übergang ist fertigungstechnisch leichter zu erzeugen und bei Verschleiß einfach nachzuarbeiten. Der oberste Rand der Stromableiterfahne der Zone 16 ist noch zu 20% bis 30% der Faserstruktur-Elektrodengerüstdicke von der oberen Faserstruktur-Elektrodengerüstfläche in das Faserstruktur-Elektrodengerüst hineingepreßt. An die Zone 16 schließt sich eine weitere Zone 17 an, ausgehend von den drei Rändern nach links, nach unten und nach rechts der Stromableiterfahne, die das Faserstruktur-Elektrodengerüst etwa kontinuierlich die volle Stärke erreicht. Diese Zone 17 beträgt z. B. bei dünnen Faserstruktur-Elektrodengerüsten von 1,2 mm Dicke zum Teil weniger als 1 mm, erreicht aber bei dicken Faserstruktur-Elektrodengerüsten von 2,1 mm Dicke

ke etwa Abmessungen in der Größe von 2 mm.

Die Fig. 2 verdeutlicht den eben geschilderten Sachverhalt in der Seitenansicht von rechts, gekennzeichnet durch den Schnittverlauf II-II in der **Fig. 1** und zeigt wiederum die Stromableiterfahne 21 sowie das Faserstruktur-Elektrodengerüst 22 nach dem Schweißvorgang, mit der stark eingeprägten Zone 24, der daran anschließenden geneigt verlaufenden Zone 25, der auslaufenden Zone 26 und der sich daran anschließenden Zone 27, die nur noch der Pressung ohne abrupten Übergang des Faserstruktur-Elektrodengerüstes selbst dient. Schematisch sind in der **Fig. 2** die untere Schweißelektrode 28, die bevorzugt gerade ausgeführt ist und deutlich größer als die eigentliche Schweißzone ausgebildet ist, und die obere Schweißelektrode 29 mit ihrer Kontur im Schnitt eingeskizziert.

Die Fig. 3 zeigt die Schweißverbindung der Stromableiterfahne 31 mit dem Faserstruktur-Elektrodengerüst 32 in der Draufsicht, charakterisiert durch den Schnittverlauf II-II in **Fig. 1**, mit der erfundungsgemäßen Ausbildung der vier verschiedenen Zonen 34, 35, 36 und 37, die sich im Einpreßgrad in das Faserstruktur-Elektrodengerüst und ihre jeweilige unterschiedliche Ausgestaltung der Form unterscheiden.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß gegenüber einem herkömmlichen Faserstruktur-Elektrodengerüst mit angeschweißter, dünner Stromableiterfahne sich bei dem durch die Form der oberen Schweißelektrode verschieden stark beanspruchte und gepreßte Zonen in der Schweißzone existieren, die Festigkeit der Verbindung um über 60% erhöht. Durch den allmählichen Übergang von dem stark komprimierten, die Schweißnaht tragenden Teil auf die volle Stärke des Faserstruktur-Elektrodengerüstes wird der verstärkt metallisierte und damit besonders stabile Rand des Faserstruktur-Elektrodengerüstes am meisten belastet und durch die Schweißung verformt. Auf die daran anschließenden Zonen werden geringere Preßkräfte ausgeübt, die diese Zonen weniger stark verformen, so daß die Verformung des weniger stark metallisierten Faserstruktur-Elektrodengerüstes geringer und gegen Null läuft. Außerdem treten in keinem Abschnitt der Schweißzone und der daran angrenzenden Gebiete abrupte Übergänge auf. Dadurch erhöht sich die Reißlänge (diejenige Längenänderung, die den Unterschied zwischen der Meßlänge 1_B beim Bruch der Probe und der ursprünglichen Meßlänge 1₀ angibt: (Reißlänge 1_R = 1_B - 1₀), bei dem geschaffenen Faserstruktur-Elektrodengerüst mit angeschweißter, dünner Stromableiterfahne um über 200% bei dickeren Faserstruktur-Elektrodengerüsten von ungefähr 2 mm Dicke gegenüber herkömmlichen Schweißungen, insbesondere gegenüber den sogenannten "Sandwich"-Verbindungen. Damit sinken auch die Ausschußzahlen bei der Herstellung und bei der Fertigung müssen in dem Bereich der Faserstruktur-Elektrodengerüstherstellung weniger Qualitätssicherungsmaßnahmen ergriffen werden. Außerdem wird ein großer Anteil an Fertigungszeiten bei dem geschaffenen Faserstruktur-Elektrodengerüst mit angeschweißter, dünner Stromableiterfahne dadurch gespart, daß erstens das Gerüst vor der Schweißung nicht geprägt werden muß, daß zweitens die Stromableiterfahne vor der Schweißung nicht geschlitzt oder gezahnt oder sonstwie vorbehandelt werden muß, daß drittens auf die Stromableiterfahne vor der eigentlichen Schweißung kein Blechabschnitt angepunktet werden muß, daß viertens bei der Durchführung der Schweißung ein Schweißvorgang genügt und die Schweißver-

bindung nicht durch eine Vielzahl von Schweißpunkten realisiert werden muß. Durch diese Fülle an Ersparnis von Fertigungszeiten ergibt sich eine Steigerung der Produktivität. Durch die kürzeren Fertigungszeiten und die erhebliche Reduzierung des Ausschusses sowie die Schaffung einer sehr elastischen Verbindung des Faserstruktur-Elektrodengerüstes mit der angeschweißten dünnen Stromableiterfahne (Aufnahme von Längenänderungen von über 5 mm im Gegensatz von bisher gebräuchlichen Verbindungen bis maximal 1,5 mm) ist die erfahrungsgemäß Faserstrukturelektrode mit angeschweißter dünner Stromableiterfahne nicht nur im stationären Anwendungsfall sehr gut einzusetzen, sondern auch bei Traktionszellen und Zellen für die Raumfahrt, mit besonders vorgeschriebenen Vibrationstesten, bei denen die Zellbestandteile zum Teil der fünfzehnfachen Erdbeschleunigung und mehr bei wechselnden Beanspruchungen ausgesetzt werden, optimal einsetzbar.

In der Praxis hat es sich dabei gezeigt, daß ein solches erfahrungsgemäßes Faserstruktur-Elektrodengerüst mit angeschweißter, dünner Stromableiterfahne (0,2 mm Nickelblech) bei einer Dicke des Gerüstes von 2,1 mm im Zugversuch einer Reißkraft von 600 N bis 700 N widersteht, bei einer Reißlänge von 5 bis 6 mm und bei einer Dicke des Gerüstes von 1,2 mm im Zugversuch einer Reißkraft von 400 N bis 500 N, bei einer Reißlänge von 2 bis 3 mm.

Patentansprüche

1. Faserstruktur-Elektroden aus metallisierten Kunststofffasern mit angeschweißter, dünner Stromableiterfahne, insbesondere für hochbelastbare Zellen dadurch gekennzeichnet,
daß das Faserstruktur-Elektrodengerüst (12, 22, 32) eine Dicke von 0,3 bis 4 mm besitzt,
die Stromableiterfahne (11, 21, 31) eine Dicke von 0,1 bis 0,6 mm aufweist,
und die Stromableiterfahne (11, 21, 31) derart in das Faserstruktur-Elektrodengerüst (12, 22, 32) eingeprägt ist, daß auch die erhabensten Teile der Stromableiterfahne (11, 21, 31) sich unterhalb der gepreßten Oberfläche der Faserstruktur-Elektrode befinden,
und die Stromableiterfahne (11, 21, 31) in dem mit 45
der Elektrode überdeckenden Bereich, stark und parallel zur gegenüberliegenden Faserstruktur-Elektrodenfläche eingeprägt ist, und sich an die stark eingeprägte Zone (14, 24, 34) der Stromableiterfahne (11, 21, 31) eine zweite Zone (15, 25, 35) der Stromableiterfahne (11, 21, 31) anschließt, in der diese Fahne mit einer Neigung von 10° bis 30° in Relation zur unteren Seite der Faserstrukturelektrode in Richtung auf die obere Seite der Faserstrukturelektrode ansteigt, wobei zwischen der ersten (14, 24, 34) und der zweiten Zone (15, 25, 35) ein allmäßlicher Übergang ohne Knick vorhanden ist, und der die zweite Zone (15, 25, 35) umgebende Rand der Stromableiterfahne (11, 21, 31) am gesamten Umfang knickfrei aufgebracht ist, wobei die 50
Endkante des aufgebördelten Randes der Stromableiterfahne (11, 21, 31) am gesamten Umfang bündig mit der gepreßten Oberfläche der Faserstruktur-Elektrode liegt und wobei der die Stromableiterfahne (11, 21, 31) umgebende gepreßte Bereich 65
knickfrei in die Normalstärke der Faserstruktur-Elektrode übergeht.
2. Faserstruktur-Elektrode nach Anspruch 1, da-

durch gekennzeichnet, daß das Faserstruktur-Elektrodengerüst eine Porosität von 70% bis 98% besitzt.

3. Verfahren zur Herstellung einer Faserstruktur-Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Schweißvorgang die Stromableiterfahne (21) das Faserstruktur-Elektrodengerüst (22) um 2 bis 5 mm überlappt, daß beim Verschweißen des Faserstruktur-Elektrodengerüstes (22) mit der Stromableiterfahne (21) die Stromableiterfahne (21) derart in das Faserstruktur-Elektrodengerüst (22) eingepreßt wird, daß auch die erhabensten Teile der Stromableiterfahne (21) nach dem Schweißvorgang unterhalb der Oberfläche der Faserstruktur-Elektrode angeordnet sind, wobei die obere Schweißelektrode (29) der Schweißvorrichtung über den noch nicht gepreßten Rand des Faserstruktur-Elektrodengerüstes (22) so weit vorsteht, daß diese Schweißelektrode während des Schweißvorganges das nach vorne quellende, fließfähige Material und Anteile der Schmelze über die Stromableiterfahne (21) hinweg auf das Material drückt und dieses daran hindert, daß es sich nach oben aufwölbt und/oder hervorquillt, und die Stromableiterfahne (21) im oberen Bereich, in dem sie das Faserstruktur-Elektrodengerüst (22) überdeckt, stark und parallel in dessen Unterfläche eingeprägt wird, und daß die Verschweißung von Faserstruktur-Elektrodengerüst (22) in einem Bereich zwischen zwei Grenzkurven durchgeführt wird, wobei die eine Grenzkurve durch die Kraft- und Stromeinstellung an der Klebegrenze und die andere Grenzkurve durch die Kraft- und Stromeinstellung an der Spritzergrenze charakterisiert ist, wodurch mit einer Verschweißung im Bereich zwischen der Klebe- und Spritzergrenze eine gute Schweißqualität erzielt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffseele der metallisierten Fasern des Faserstruktur-Elektrodengerüstes während des Schweißvorganges in der Schweißzone abgedampft und abgesaugt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

Fig. 1

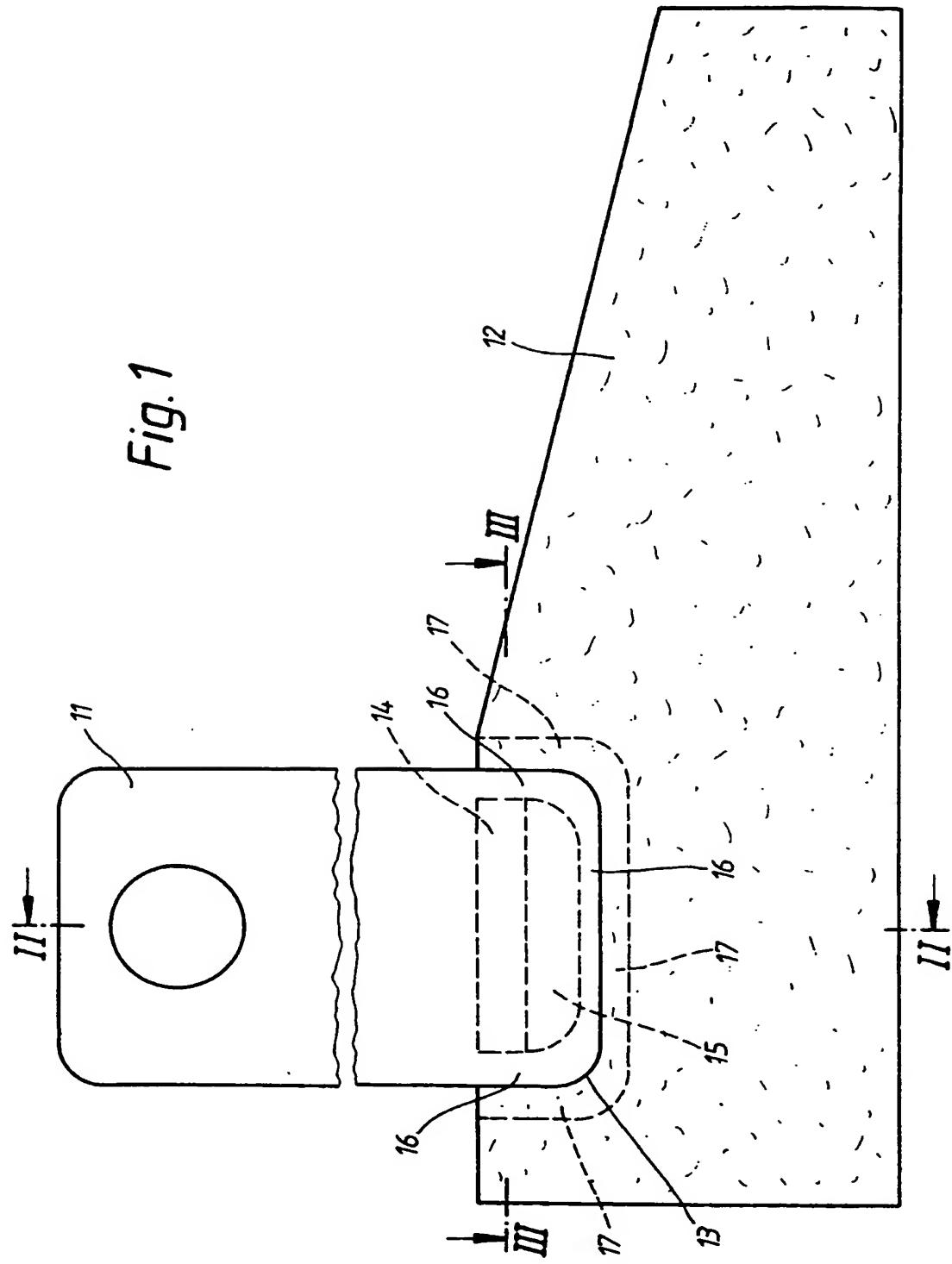
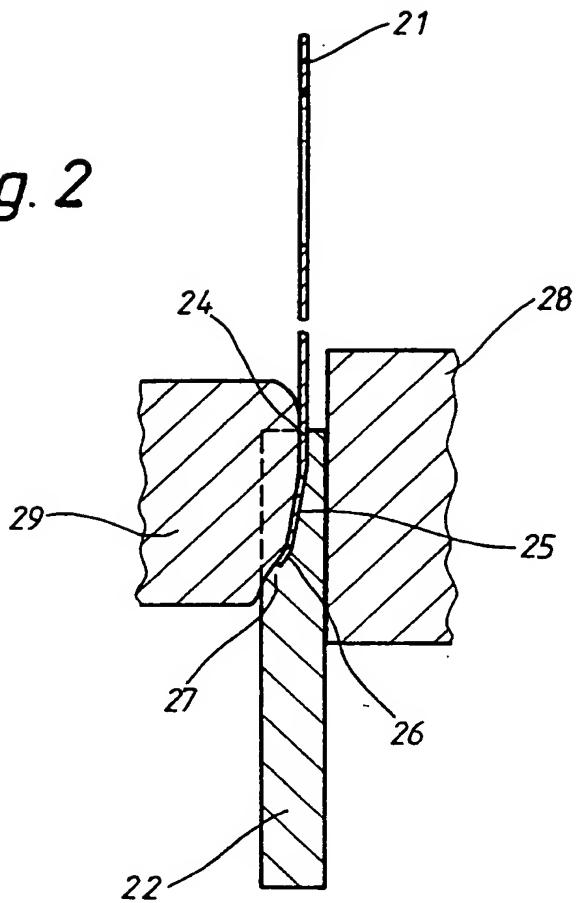


Fig. 2*Fig. 3*